中国专利技术产业化示范园区

四川 ·德阳 泰山南路风临左岸1栋1门2楼1号
Email:webmaster@jtplc.com

注：使用手册修改恕不另行通知
敬请关注 http://www.jtplc.com
软件板本的升级信息

DDMF1－8AD　使用手册

DDMF1-8AD

RS-485　LINK

使用手册

捷通科技有限公司

■　主要用途

用于可编程控制器（简称 PLC）、DCS、PCS、计算机等控制、数据采集系统的模拟量输入扩展。

■ 主要特点

- 三菱 LINK RS－485 通讯方式，支持多种组态软件；
- 8 通道 12 Bit 模拟量差动输入；
- 300～115.2Kbps 可选，接收、发送指示状态；
- 模拟量输入与通讯回路隔离；
- 电源极性保护。

■　主要参数（表 1）

（表 1）

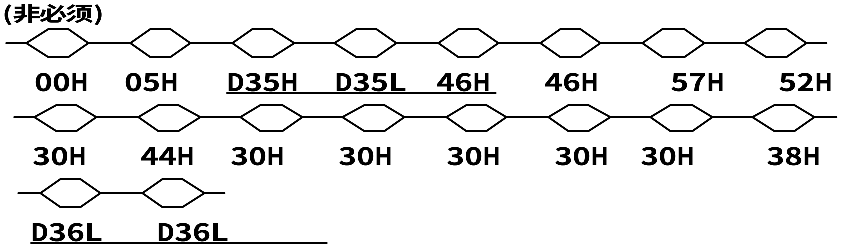
工作电压	DC24V±5%带电源极性保护
功率消耗	最大 1200mW
通讯接口	标准两线 RS－485（最多为 32 个模块）
通讯速率	300～115200 bps 可选
通讯格式	7～8 位数据位、奇、偶、无校验、1 位停止位可选
传送距离	<1200M（19200bps）
输入接口	8 通道、0～5V、0～20mA 或 1～5V、4～20mA 输入
模拟量分辨率	12 Bit
输入隔离	模拟量输入与通讯回路隔离电压 2500V
适用范围	所有带自由通讯口 PLC、PC
刷新速度	单个模块>50～100ms
外形尺寸	宽 71×高 26×长 128mm
重量	不含包装约 0.21Kg
安装方式	标准 U 型导轨安装
工作温度	－10 ～ +55℃；
工作湿度	35～85%（不结露）；

■　使用方法

- 技术规范内容：

1．请求读数据通讯协议：

为获取模拟量数据，必须向 DDMF1-8AD 发出读数据命令，见图 1 所示：



（图 1）

a.　D35：　DDMF1-8AD 模拟量输入模块所在 RS－485 网络中的地址，我们可以理解为从站地址，例如 D35＝H3031，即 D35H＝30H、D35L＝31H，表示该从站地址是 01 号；

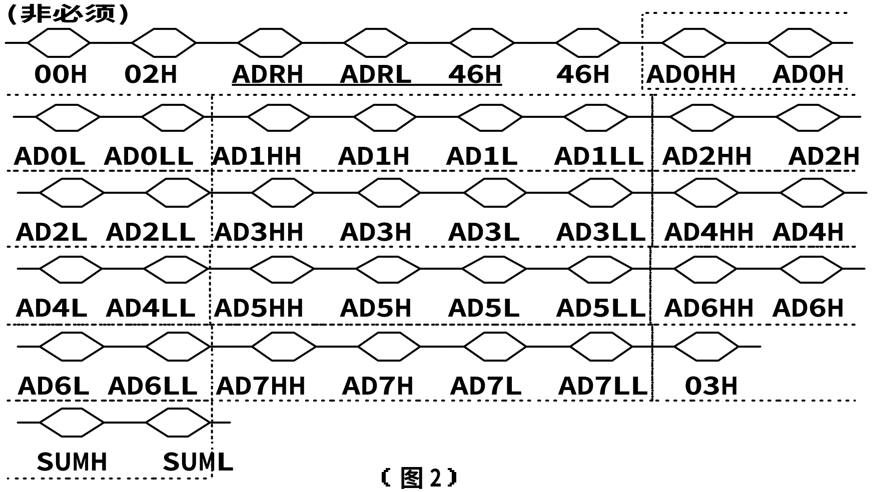
b.　D36：除 00H、05H 和 D36 数据外的所有数据累加和，并且仅取 16bit 的低位数据，同时转换为 ASIC 码。例如，求和计算结果为 2345H，则 D36H＝34H、D36L＝35H；

2．　获取 DDMF1-8AD 8 个模拟量数据的通讯协议：

向 DDMF1-8AD 发出读数据命令后，即从 DDMF1-8AD 获取 8 个模拟量数据组，解释如下：

a.　ADRH、ADRL 为读取对应 DDMF1-8AD 的地址；

b.　AD0HH、AD0H、AD0L、AD0LL 为 DDMF1-8AD 的第一个通道的数据、依次类推；SUMH、SUML 为除 00H、02H 及 SUMH、SUML 外所有数据累加和，并且仅取 16bit 的低位数据，同时转换为 ASIC 码。例如，求和计算结果为 7890H，则 SUMH＝39H、SUML＝30H，获取的数据组通讯协议如图 2 所示：



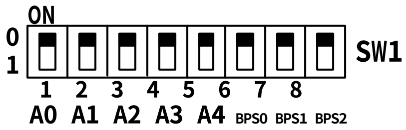
（图 2）

● **参数设置**

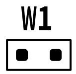
本模块参数设置方式有两种，手动设置方式和软件参数组态方式。

1．手动设置方式：

通过拨码开关 SW1 和内部跳线 W1～W8 进行手动设置，ON 表示“0”，OFF 表示“1”，见图 3 所示：



（图 3a）



（图 3b）

① 模块地址（SW1 的 1～5 位）：

即地址 A0～A4，按二进制计算，对应地址为 0～31。举例如下：

A0A1A2A3A4=00000，模块地址为 00H，即 0；

A0A1A2A3A4=10000，模块地址为 01H，即 1；

A0A1A2A3A4=01000，模块地址为 02H，即 2；

……… ……… ……… ……… ……… ；

A0A1A2A3A4=01111，模块地址为 1EH，即 30；

A0A1A2A3A4=11111，模块地址为 1FH，即 31；

② 通讯速率（SW1 的 6～8 位）：

即 BPS0～BPS2，对应速率范围：1200～115200bps，见表 2 所示：

（表 2）

DDM_BPS2	0	0	0	0	1	1	1	1
DDM_BPS1	0	0	1	1	0	0	1	1
DDM_BPS0	0	1	0	1	0	1	0	1
波特率（Kbps）	1.2	2.4	4.8	9.6	19.2	38.4	57.6	115.2

出厂设置通讯格式为：1 位起始位、7 位数据位、偶校验、1 位停止位，通讯控制协议为 FOMAT1、有求和校验。

2．自动设置方式：

本模块出厂设置为自动设置方式。在该方式下，所有 SW1 设置无效，主要参数如下：

模块地址：00H；

通讯速率：38400bps；

通讯格式：1 位起始位、7 位数据位、偶校验、1 位停止位

捷通科技有限公司 Http://www.jtplc.com Email：webmaster@jtplc.com

通讯控制协议：FOMAT1、有求和校验。

也可使用 JTDDMX 参数组态软件重新设置，详细见《JTDDMX 参数组态软件使用说明》；

3．输入类型，见图 3b 所示：

W1～W8 跳线器对应输入通道 1CH～8CH 的电流、电压输入选择。

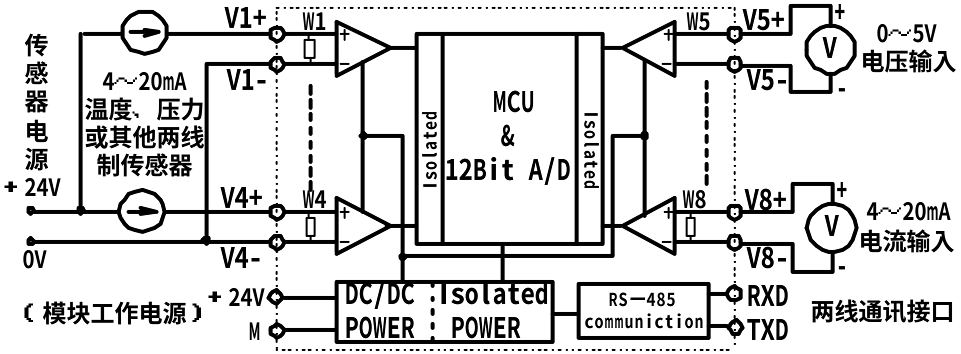
W1～W8 短接为 0～20mA 输入、断开为 0～5V 电压输入；

举例如下（见结构框图及输入通道、连接示意图）：

1CH、2CH、3CH、4CH、8CH 为电流输入则应短接 W1、W2、W3、W4、W8；

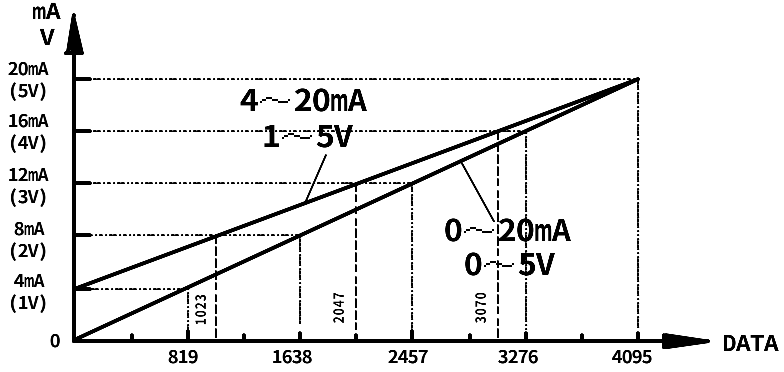
5CH、6CH、7CH 为电压输入，即 W5、W6、W7 应断开。

● **结构框图及输入通道、连接示意图：**



（图 4）

● **输入与数码值关系（见图 5 所示）：**



（图 5）

捷通科技有限公司 POST:618000 TEL:0838-2363715 FAX:0838-2363725

● **调试说明：**

DDMF1－8AD 模拟量输入模块可采集 0～5V、0～20mA 或者 1～5V、4～20mA 标准模拟量输入信号，由于该模块基于 8 路 12bit 差分输入方式，故在使用前进行调试有助于您更了解该模块的工作特点。

1．连接工作电源：

本模块工作电源为 DC24V，单个模块电流需求大约 20mA，为了让模块能稳定工作，适当留有一定电源余量是必要的。

DC24V 电源可以是 PLC 本机自带的传感器用电源（必须确保 PLC 工作的必须电源容量），也可以是自配的其他直流电源，如用开关稳压电源必须保证电源品质，如选择纹波小、电磁辐射少的优质工业用稳压电源。

电源连接后，如果模块未连接到正在工作的 RS－485 网络上，则 TXD 红色指示灯常亮、绿色 RXD 灯常灭，否则需要检测电源、连接端子或者通讯连接线路了！

2．连接 RS 485 通讯网络：

断开模块工作的 DC24V 电源，连接该模块的 TXD、RXD 端子到 RS－485 网络，一般 RS－485 网络按 A、B 线连接，这里，我们可以将 TXD 端连接到 A 线、RXD 连接到 B 线，如果系统工作并不正常，可能线路连接定义方式不同，你可以尝试更换连接端子。

如果你单独进行调试，则需要配置一个 RS 232/RS 485 转换器，目的是配合组态软件、监控软件或者是 JTDDMX 参数组态软件通过计算机的串口读取模块参数、数据。

3．输入各信号到模块端子：

你可输入各种模拟量信号到对应端子，例如：按图 4 接入传感器、信号回路。

4．使用 JTDDMX 调试：

为了进行系统调试，必须先使用 JTDDMX 参数组态软件设置并测试好模块所有参数；

① 运行 JTDDMX 软件并进入“DDMF1－8AD 模拟量采集模块参数采集配置界面”，在该界面下，需要使用到两种不同的通讯工作方式：“参数设置”方式和“在线采集”方式，它们主要区别在于：

“参数设置”方式是按无校验通讯格式修改模块的各种工作参数，与模块地址无关；

“在线采集”方式是按参数设定通讯参数采集对应模块地址的各模拟量输入数据；

② 如果你没有重新设置过通讯参数，则该模块“参数设置”的通讯参数为：38400,n,8,1，“在线采集”的通讯参数为：38400,e,7,1，FORMAT1、有 SUM 校验，即该软件的默认通讯值。

③每次修改模块参数后需要修改对应的计算机通讯参数，否则将无法读取模块参数；

捷通科技有限公司 Http://www.jtplc.com Email：webmaster@jtplc.com

④确认正确接通模块工作电源、通道信号和通讯连接后先置“参数设置”方式，并读取参数，如能正常读取模块参数后，再置“在线采集”方式下，按“读 A/D”按钮，将采集的所有通道数据显示于对应的“当前”值栏；

⑤你可尝试改变输入信号，再读取数据。按图 5 所示的输入值与数码值的关系，看看对应数据是否正确。

⑥一般出厂时已经按±5‰配置了好补偿值，如果输入值与数码值相差较大，可在“参数设置”方式下重新设置补偿值。

5．使用其他软件调试；

① 使用其他组态软件，例如：组态王、Citect 等专业软件监视所采集的数据；

② 创建新的调试工程和连接设备：可选择三菱 Melsec-A Series（MELSEC）或者 FX2N 485 PLC（即 DDMF1－8AD 模块相当于一个三菱 PLC　FX2N 从设备）；

③ 设置模块地址和变量标签：设置变量标签为 D0～D7 共 8 个，对应 DDMF1－8AD 模块 V1～V8 输入通道）。

④ 也可同时挂接多个 DDMF1－8AD 模块，并分别组态参数；

⑤ 创建新画面和连接变量标签；

⑥ 编译并运行测试工程，就可连续采集并显示相应 DDMF1－8AD 模块的模拟量数据；

⑦ 该方式适合工程投运前的局部调试或者同时对多个模块进行调试。如果需要修改工作参数，则必须使用 JTDDMX 参数组态软件设置，但不需要设置的模块必须脱离该 RS－485 网络，否则可能会修改所有连接该网络模块内的参数，因此，该种方式最好在用 JTDDMX 软件参数组态完毕后进行；

6．使用 PLC 调试；

使用 DDMF1－8AD 与 PLC 构成系统时，往往需要使用 PLC 进行调试。

① 连接 DDMF1－8AD 模块和 PLC 的 RS－485 通讯端（如果你有 DDMC1F 模块，则应连接 DDMC1F 的 TXD2＋、TXD2－端，然后再连接 TXD1＋、TXD1－到 PLC 的 RS－485 通讯口）；

② 如果有 DDMC1F 则无需在 PLC 中编制软件，否则必须按图 1、图 2 编制 PLC 通讯软件；

③ 如果通讯工作正常，你可使用 PLC 的编程软件进行 PLC 内部数据的在线监视，看看对应模拟量通道对应的数据区是否有数据采集进来并在发生变化。

④ 如果数据正常，则可以使用该数据进行各种，否则检查通讯线路、驱动程序或者 DDMC1F、DDMF1－8AD 的各种参数是否匹配；

捷通科技有限公司 POST:618000 TEL:0838-2363715 FAX:0838-2363725

● **应用举例：**

对于普通的数据采集、控制系统，过去往往采用采用计算机＋模拟量采集卡（近距离）或者计算机＋远程模拟量采集模块（近距离、远距离），该方式一般仅用于数据采集系统，因为系统可靠性将十分依赖于计算机自身的可靠性。

由于 PLC 应用的拓展，很多工程成功的使用 PLC 构成数据采集、控制系统。这主要是因为 PLC 系统不但可靠性高（这在大量的应用中得到证实），更由于有十分方便的软件编程方法和调试工具，加上很多专业软件公司推出通用工业组态软件，很容易地将 PLC 系统扩展为高功能的分散式控制系统。即 PLC 完成数据采集、逻辑控制、调节控制、联锁报警等功能，而计算机则充分发挥其图形处理、管理、报表打印等各种。作到任务分散、各负其责，提高系统可靠性。

在这种方式下，应用者无需分心提高计算机软件、核心作用的 PLC 可靠性，而专注于系统的可靠性、满足工艺过程的合理性。即便你是一个软件知识有限的设备管理人员或者是工程应用人员，你只要熟悉工艺要求，利用 PLC＋计算机系统，也可完成相当规模、上档次的控制系统。

从以上方式看出，因 PLC 系统本身的可靠性并不依赖于计算机系统，即便是计算机系统故障或者崩溃，PLC 系统仍然可完成数据采集、控制、联锁功能，因此，计算机由过去作为控制系统的主体逐渐退位到辅助位置或者作为人机对话的窗口，而 PLC 系统则上升为主要控制系统。

虽然可编程控制器（PLC 或 PC）的可靠性很高，它们处理开关量得心应手，但往往 PLC 系统的模拟量扩展模块价格却十分昂贵，并且受 I/O 点数限制，无法扩展更多的模拟量通道。例如：三菱 FX 系列 PLC 只能扩展 32 路模拟量输入，且平均每通道价格在 400～600 元左右，其他 PLC 的价格也相差不多，想低成本扩展更多的模拟量更是想也不敢奢想！

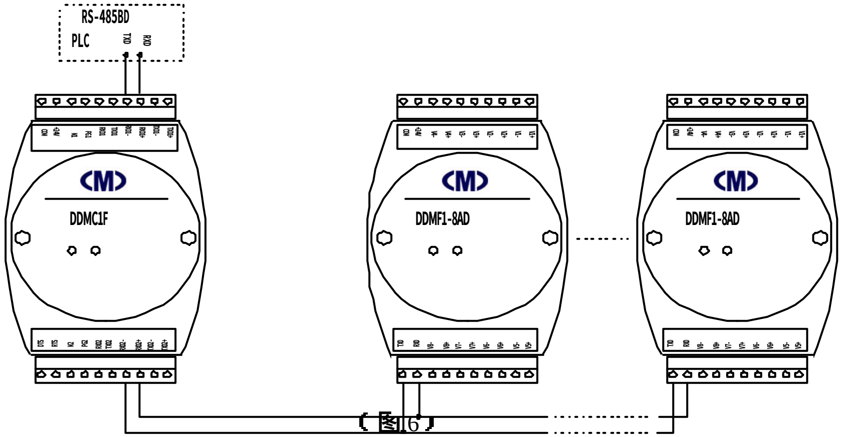
DDMF1-8AD 是一种性价比极高的多通道模拟量采集数据采集模块，特别适合利用计算机、PLC 作为远程数据采集系统。

与普通模拟量采集模块不同，DDMF1－8AD 既可以象普通模拟量采集模块那样挂接于计算机的 RS－485 网络上采集各种模拟量数据，也可以配合 PLC 的通讯网络，将模拟量数据存入 PLC 内存中，更可以通过 DDMC1F 模块自动将多至 256 路模拟量信号存入 PLC 指定内存中（数据寄存器），而 PLC 中还无需编制通讯程序，十分方便用户的使用。

采用 DDMF1－8AD 模块则可十分方便的扩展直到 256 路模拟量输入，在同样多的模拟量通道下，其价格仅仅是上述方式的 50％ 左右，

这样，普通用户能以极低成本、简单的组态完成过去想都不敢想的多通道模拟量数据采集系统。

1．与 DDMC1F 配合（见图 6 所示）：



（图 6）

与 DDMC1F 配合，打破 PLC 模拟量等扩展的限制，使小型 PLC（包括某些不带模拟量扩展功能的 PLC）也可处理相当数量的模拟量，扩展了 PLC 模拟量输入通道并提高数据采集速度，简化 PLC 编程。

工作原理：

在该方式下，DDMC1F 同时与 DDMF1－8AD 和 PLC 交换数据。即 DDMC1F 一方面与所有的 DDMF1－8AD 通讯，获取模拟量数据。同时将获取的模拟量数据成批传入指定的 PLC 内存中。而使用者无需额外编程。仅需从指定的数据寄存器中直接使用已经存在的实时模拟量数据即可。

配置实例：

例如，一个工程需要采集 64 路压力信号，采用 FX2N－32MR PLC，压力信号均为两线制 4～20mA 信号：

配置的主要设备为：

FX2N－32MR＋RS－485BD 1套，用于通讯、控制、联锁、报警；

DDMC1F 1 套，用于连接 PLC 和模拟量采集模块；

DDMF1－8AD 8套，用于采集压力传感器信号；

① 配置 8 个 DDMF1－8AD 共计 8×8＝64 个模拟量输入通道，利用 JTDDMX 组态软件设置 DDMC1F、DDMF1－8AD 的通讯参数。

② 在 DDMC1F 中设置 D100 存入第一个通道的模拟量数据开始地址，模块数量为 8 个；

③ 设置 DDMC1F 与 DDMF1－8AD 的通讯参数为 38400bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验；

④ 设置 DDMC1F 与 PLC 的通讯参数为 19200bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验；

⑤ 设置 DDMF1－8AD 的模块地址通讯参数也为 38400bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验；

⑥ 连接 PLC 和 DDMC1F 通讯端口和 DDMC1F 到 DDMF1－8AD 通讯端口；

⑦ 利用 FXGPWIN 编程软件设置 FX2N－32MR 的 D8120 通讯参数为 19200bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验，D8121 通讯站号为 1；

⑧ 系统运行时，PLC 的 D100～D163 数据寄存器就自动获得 8 个 DDMF1－8AD 所对应的共计 64 个压力数据。

⑨ 本例子中也可混合使用 DDMF1－8AD、DDMF1－8DA 模块；

设置说明：

因采用 FX－485BD 模块自动获取数据，故必须对 PLC 对特殊寄存器 D8120、D8121 进行配置：FX－485BD 工作参数如下：

数据长度：7 位；

校验位：Even；

停止位：1 位；

通讯速率：19200Bps（最大可到 38400bps D8120 值为 K16550）；

通讯协议：LINK

通讯接口：RS－485

数目检查：YES；

控制程序：Format1；

我们可以采用两种方式设置 D8120 通讯寄存器：

方式 1： 在 FXGP/WIN 编程软件的 PLC 菜单栏中通讯口 D8120 中设置（必须连接于 PLC 在编程接口上）；

方式 2： 在 PLC 程序开始时的一次性初始化命令（例如 M8002 接通 时）时传送数据到 D8120 和 D8121 特殊寄存器去。

即： MOV K24726 D8120（设置通讯参数 对应 19200bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验）

MOV K1 D8121 （设置 PLC 站号为 1 号）

两种方式均可，建议采用方式 2，可确保一劳永逸！

在第一次设置 D8120 后，须切断 PLC 电源，等待 1 分钟后再次上电，PLC 将工作于该通讯设置方式下了！

捷通科技有限公司 Http://www.jtplc.com Email：webmaster@jtplc.com

PLC 程序处理：

由于指定的 PLC 内部数据已经自动存储采集的数据，因此，无需对 PLC 采用 FOR TO 指令获得数据。可节约资源、提高处理速度。

例如：0 通道数据为 D100，4～20mA，对应数码为 0～4095。

连接线路说明：

本系统可配置冗余环网，但布线需要考虑线路走向。

即最好 RXD2±作为原发端并依次连接各 DDMF1－8AD 模块，然后从最后一个模块单独走线并连接到 DDMC1F 的 TXD2±端，这样可确保某段线路损坏也可保持通讯线路畅通。

DDMC1F 安装于 PLC 附近，考虑 FX－485BD 驱动能力有限，不要相距太远 （<30 米）；

DDMC1F 与 DDMF1－8AD 之间连接电缆建议采用标准工业用带屏蔽双绞线（例如用于现场通讯连接的电缆、PROFIBUS）。在 57600Bps 下保证连接电缆总长小于 500 米。若有通讯干扰，可尝试在通讯终（中）段并接 130 欧母左右的电阻。

如果外埋设于公路、铁路并穿越之则必须加强电缆强度，例如带铠装电缆和钢管保护。空旷地注意防雷击！尽量避免与强电线路共穿一根管及平行布线。远避高频干扰源！

注意事项：

在设置了 D100 地址后，D100～D163 范围为模拟量采集数据区，故其他应用程序不能再使用该范围寄存器，否则可能出现意想不到的结果。

2．与组态软件配合，完成低成本数据采集任务，见图 7 所示：

计算机安装组态软件，例如：FIX、Citect、组态王等监控软件后，可利用计算机串行通讯口转 485 模块，完成计算机到 DDMF1－8AD 模块的数据自动采集。

配置实例：

例如，一个工程需要采集 128 路温度信号，采用 FX2N－32MR PLC，温度信号均为两线制 4～20mA 信号，配置的主要设备为：

计算机系统	1 套，用于采集、管理信息；
RS232 转 RS485	1套，用于计算机串口和模拟量采集模块；
DDMF1－8AD	16 套，用于采集温度传感变送器信号；

① 配置 16 个 DDMF1－8AD 共计 8×16＝128 个模拟量输入通道，利用 JTDDMX 组态软件设置 DDMF1－8AD 的通讯参数。

② 如果使用 Citect 组态软件，则设置计算机与 DDMF1－8AD 的通讯参数为 38400bps、偶校验、FORMAT1、 SUM 校验，I/O 设备为三菱 Melsec-A Series（MELSEC）；

捷通科技有限公司 POST:618000 TEL:0838-2363715 FAX:0838-2363725

如果使用组态王组态软件，则设置计算机与 DDMF1－8AD 的通讯参数为 38400bps、偶校验、FORMAT4、SUM 校验，新设备为三菱 FX2N 485 设备；

如使用昆仑通态组态软件，则设置计算机与 DDMF1－8AD 的通讯参数为 38400bps、偶校验、FORMAT1、无 SUM 校验，I/O 设备为三菱 FX2N 485 设备；

③ 依次增加设备地址，注意：每个模块将占用一个地址号，数据地址依次为 D0～D7 对应 1CH～8CH 的模拟量输入。

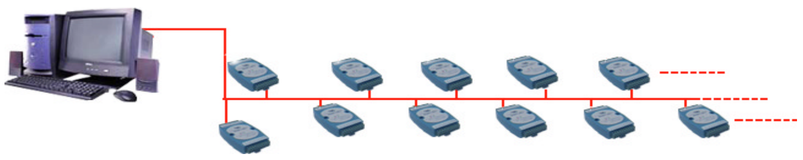
④ 编制画面并联接变量标签，然后编译运行；

⑤ 设置 DDMF1－8AD 的模块地址通讯参数也为 38400bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验；

⑥ 系统运行时，联接计算机的各 I/O 设备所对应的标签就自动获得 16 个 DDMF1－8AD 所对应的共计 128 个温度数据。

⑦ 计算机通讯与 DDMF1－8AD 通讯速率典型值为 19.2Kbps，也可以设置为 115.2Kbps 以提高数据采集速度，但连接距离将变短。

⑧ 本例子中也可混合使用 DDMF1－8AD、DDMF1－8DA 模块；



（图 7）

3．直接连接 PLC 通讯接口：

该方式需要对 PLC 进行相应编程，以分时获取 DDMF1－8AD 数据并可节省一个 DDMC1F 通讯转换模块，成本较低，但程序编制量大，会占用 PLC 的一部份资源。

由于 PLC 通讯速度及循环扫描时间的限制，数据采集速度可能会较慢。

配置实例：

例如，一个工程需要采集 32 路电流、32 路电压信号，采用 FX2N－48MR PLC，电流、电压信号均为两线制 4～20mA 信号：

配置的主要设备为：

FX2N－48MR＋RS－485BD　　1套，用于通讯、控制、联锁、报警；

DDMF1－8AD　　　　　　　8套，用于采集电压、电流传感器信号；

① 配置 6 个 DDMF1－8AD 共计 8×8＝64 个模拟量输入通道，利用 JTDDMX 组态软件设置 DDMF1－8AD 的通讯参数，通讯参数为 19200bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验；

② 在 FX2N-48MT 中定义 D200 存入第一个通道的模拟量数据开始地址，由于模块数量为 8 个故 D263 即为第 64 个模拟量地址；

③ 在 PLC 程序中或者利用编程软件设置 D8120 特殊寄存器的通讯参数为通讯参数为 19200bps、偶校验、FORMAT1、SUM 校验。D8121 站地址值为 1，也可按“与 **DDMC1F** 配合”例子来设置该通讯、站地址；

④ 连接 PLC 和 DDMF1－8AD 通讯端口，设置通讯接收缓冲区和发送缓冲区：

D0～D39 为接收缓冲区；

D50～D67 为发送缓冲区；

⑤ 按图 1 方式编制发送请求读第 0 个地址的 8AD 数据程序，等待 DDMF1－8AD 回答；

⑥ 当 PLC 通讯寄存器接收完毕数据（共计 40 个）后按图 2 方式检查数据，方法如下：

- 检查第 1 个通讯接收缓冲器的数据是不是 02H；
- 第 2、3 个通讯缓冲区数据是不是是否是 30H（表示是 0 号模块返回数据）;
- 将第 2 个到第 38 数据累加计算后取低 8 位十六进制数据，分离为高 4 位和低四位并分别转换为 ASIC 码；
- 计算的高 4 位 ASIC 码与接收的第 39 个数据（SUM_H）比较，计算的低 4 位 ASIC 码与接收的第 40 个数据（SUM_H）比较，如完全相同，则说明接收数据正确，可分离出有用数据存入到指定的模拟量地址中；
- 分离方法为：从第 6 个接收缓冲区开始，每连续 4 个接收缓冲区作为一组模拟量数据，它们均按 ASIC 码表示，因此必须先将其转换为十六进制数据然后合并到一个数据寄存器内。例如，D5、D6、D7、D8 为第一个通道模拟量数据，它们分别为 30H、34H、44H、32H，转换为 16 进制数据后变成 0H、04H、0DH、02H，按（0H×1000H）+（04H×100H）+（0DH×10H）+ 02H 计算并存入 D200H 数据寄存器中，则 D200 寄存器中将得到 04D2H 数据，它即为十进制的 1234，表示 DDMF1－8AD 获取的模拟量数据为 1234；
- 其他通道数据按此方法依次获得；

⑦ 计算完第 0 号 DDMF1－8AD 模块后再按前述方式发送请求读第 1 个地址的 DDMF1－8AD 数据程序，并等待 DDMF1－8AD 回答、接收到 40 个数据后再按上述方式判断是不是获得正确的第 1 号模块数据并分离数据，依此类推到最后一个模块，然后再循环开始获取第 0 个模块数据………；

⑧ 因此，系统正常运行后，PLC 的 D200～D263 数据寄存器就自动获得 8 个 DDMF1－8AD 所对应的共计 64 个电压、电流数据。